

補助事業番号 2017M-139
補助事業名 平成29年度 確率共鳴現象と触覚呈示により歩行を補助する
インテリジェントシューズの開発 補助事業
補助事業者名 東京大学大学院理学系研究科 荻原直道

1 研究の概要

本研究では、振動発生装置を内蔵したインテリジェントシューズを開発し、足裏に微小な振動を与えて、確率共鳴現象により足裏の知覚感度を向上させることで、歩行の転倒リスクと密接に関係する足先軌跡のばらつきを減少させることを試みた。その結果、振動刺激により遊脚期の足先軌跡のばらつきの減少が確認された。高齢者歩行中の転倒リスクの低減を実現できる可能性が示唆された。

2 研究の目的と背景

ヒトの二足歩行運動は、加齢とともに不安定になり、つまずきによる転倒リスクが高まることが知られている。転倒は、股関節の骨折など深刻な外傷を引き起こし、高齢者の主要な「寝たきり」要因の一つとなっている。したがって、日常生活における転倒の詳細なメカニズムを解明し、効果的な転倒予防策を考案することが、高齢者の寝たきり予防および医療費の削減が喫緊の課題である我が国にとって、急務となっている。

本事業では、振動発生装置と運動計測装置を内蔵したインテリジェントシューズを開発し、足裏に微小な振動を与えて、確率共鳴現象により足裏の知覚感度を向上させることで、高齢者の転倒予防を実現するシステムを開発することを目的とした。

3 研究内容

確率共鳴現象と触覚呈示により歩行を補助するインテリジェントシューズの開発
(<http://www.bs.s.u-tokyo.ac.jp/~ogihara/>)



①確率共鳴・実験靴の製作

足裏に振動刺激を与える装置の検討を行った。最初に検討したのは、小型ピエゾアクチュエータである。これは中敷き式装置であるが、試作の結果、装置が大がかりとなり、その影

響をインソール型足圧分布測定システム (Pedar, Novel, Germany) を用いて調べた結果、通常歩行の妨げになることが明らかとなった。

このため、中敷き式ではなく、振動発生装置を靴の内側面に配置することで、足裏に振動刺激を与えることを試みた。振動発生装置として、Vibro - transducer Vp4 (Acoupe Laboratory, Japan) を用いることにより、装置は小型で、被験者身体にすべてのシステムを装着することができた。また、Android端末で信号を再生すれば、刺激入力を歩行の状態に合わせて制御することも可能となる。これにより、歩行中の被験者に異物感を与えることなく、足裏振動刺激を与えることが可能となった。

② 確率共鳴実験靴の評価

本研究では、足裏に振動刺激を加えることによって、足裏の感度が上昇するのか確かめるために、製作した確率共鳴実験靴を用いて足裏感度実験を行った。被験者には椅子に深く着座した状態で確率共鳴実験靴を履いてもらい、様々な厚さのアルミ板を踏んでもらった。その結果から有意差検定を行ったところ、振動刺激を足裏に加えることによって、足裏の感覚感度が有意に向上することが明らかになった。

③ 歩行実験によるシステム評価および改良

確率共鳴実験靴による振動刺激提示が、転倒リスクに直接的に関係すると予想される歩行中の足先軌跡の変化に影響を与えるか検討した。成人男性被験者に、作成した確率共鳴実験靴を履いてもらい、トレッドミル (D4017, Forcelink B.V. Netherlands) 上での歩行実験を行った。振動刺激OFF時、ON時それぞれの歩行周期とストライド長の平均と標準偏差 (SD) を求めた。また、右つま先に取り付けたマーカから足先軌跡の時間変化を求め、平均足先軌跡とそのSDを求めた。そして、I. 蹴り出し直後 (Toe-offとIIの midpoint)、II. 第一極大点、III. 極小点、IV. 第二極大点、についてばらつき示数を求め、歩行遊脚期における足先軌跡のばらつき変化を定量的に分析した。

その結果、振動刺激により遊脚期の足先軌跡の有意なばらつきの減少が見られ、足裏振動刺激による確率共鳴現象を活用して、歩行中のつま先高さのばらつきを減少させることができることが明らかとなった。振動刺激により足先軌跡のばらつきを減少させることで、歩行中につま先が地面と接触するリスクを抑えることが可能となり、転倒防止につながるのではないかと考えられ、高齢者歩行中における転倒リスクの低減を実現できる可能性が示唆された。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

ヒトの歩行運動は、加齢とともに不安定になり、つまづきによる転倒リスクが高まる。本システムにより、高齢者の日常生活下における転倒リスクの減少に貢献することができ

ば、高齢者の寝たきりの予防や、医療費の削減に寄与する。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

過去20年にわたり、ヒトと動物の歩行運動の計測・分析を行ってきたが、歩行中の身体に何らかの刺激を与え、歩行に能動的に介入するのは初めての試みであった。今回の研究は、研究の幅を広げる良い契機となった。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

該当なし

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

学会発表

「確率共鳴減少に基づく二足歩行中の足先軌跡の安定化」

山下駿、五十嵐小太郎、荻原直道

第39回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2018 in Tsukuba)

茨城県つくば市、平成30年11月

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東京大学大学院理学系研究科

(トウキョウダイガクダイガクインリガクケイケンキュウカ)

住 所： 〒113-0033

東京都文京区本郷7-3-1

担 当 者： 教授 荻原直道 (オギハラナオミチ)

担 当 部 署： 生物科学専攻 (セイブツカガクセンコウ)

E - m a i l : ogihara@bs.s.u-tokyo.ac.jp

U R L : <http://www.bs.s.u-tokyo.ac.jp/~ogihara/>